



LUNDS
UNIVERSITET

Naturvetenskapliga fakulteten

FYSB24, Fysik: Atom- och molekylfysik, 7,5 högskolepoäng

Physics: Atomic and Molecular Physics, 7.5 credits

Grundnivå / First Cycle

Fastställande

Kursplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd 2020-07-02 och senast reviderad 2024-10-11 av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd. Den reviderade kursplanen träder i kraft 2024-10-11 och gäller från och med höstterminen 2025.

Allmänna uppgifter

Kursen är en obligatorisk kurs på grundnivå för naturvetenskaplig kandidatexamen i fysik och en obligatorisk kurs för en naturvetenskaplig masterexamen i beräkningsvetenskap med inriktning fysik.

Undervisningsspråk: Engelska

Huvudområde Fördjupning

Fysik G2F, Grundnivå, har minst 60 hp kurs/er på grundnivå som förkunskapskrav

Kursens mål

Kursens övergripande mål är att bredda kunskapen om kvantmekanik från den tidigare kursen FYSB22 till sfäriskt symmetriska system. Denna nya förståelse tillämpas inom atom- och molekylfysik, där studenterna har möjlighet att lära sig grunden för dessa systems struktur. En förståelse för spektroskopiska metoder och hur de används i experimentella undersökningar är centralt i kursen. Kursen ger också möjlighet att träna problemlösning, med hjälp av analytiska och numeriska hjälpmedel, och att skriva vetenskapliga rapporter. Kursen bygger på kunskapen beskriven i kursplanerna för kurserna: FYSA12, FYSA13, FYSA14, MATA21, MATA22, NUMA01, MATB21, FYSB21, FYSB22 och god kännedom om deras sammantagna innehåll underlättar för studenten att genomföra kursen.

Lärandemål i utbildningsplanen hänvisar till utbildningsplanen för kandidatexamen i fysik vid Lunds universitet, vilket i sin tur motsvarar examensmål för generell examen i högskoleförordningen.

- 1-7 är etappmål mot lärandemål 1 i utbildningsplanen.
- 8, 11, 12 är etappmål mot lärandemål 2 i utbildningsplanen.
- 9, 10, 13, 15 är etappmål mot lärandemål 3 i utbildningsplanen.
- 9, 13 är etappmål mot lärandemål 4 i utbildningsplanen.
- 14, 15 är etappmål mot lärandemål 5 i utbildningsplanen.
- 16, 17 är etappmål mot lärandemål 7 i utbildningsplanen.
- 18 är etappmål mot lärandemål 8 i utbildningsplanen.

Kunskap och förståelse

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

1. Tolka och tillämpa kvantmekaniska begrepp och verktyg som behövs för att beskriva modern atom- och molekylfysik.
2. Förklara i detalj energistrukturen och egenskaperna för atomära en-elektronsystem och andra två-partikelsystem sammanbundna med Coulomb-krafter.
3. Förklara strukturen och egenskaperna hos två-elektronsystem.
4. Översiktligt förklara strukturen hos atomära system med fler än två elektroner.
5. Ge exempel på och beskriva viktiga experimentella metoder inom atom- och molekylfysiken.
6. Beskriva och använda teorin för grundläggande exempel på atomers och molekylers växelverkan med elektro-magnetiska fält.
7. Utveckla och sammanfatta principen för lasrar och exemplifiera deras användning.

Färdighet och förmåga

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

8. Tillämpa grundläggande kvantmekaniska begrepp och metoder inom atom- och molekylfysiken.
9. Planera, utföra och presentera experiment och analysera enkla atomära och molekylära spektra.
10. Genomföra numeriska beräkningar på enkla atomära system.
11. Ge exempel på och överskådligt förklara aktuell forskning inom atomfysik.
12. Förklara hur atomfysiken kan tillämpas inom till exempel synkrotronljusfysik, astrofysik och plasmafysik.
13. Självständigt skriva och försvara en rapport om ett utfört experiment, som innehåller motivering, utveckling och användning av experimentella metoder, uppskattning av fel och osäkerheter, samt belysning av resultat och diskussioner med hjälp av tabeller och figurer.
14. Självständigt inhämta ny kunskap och presentera den i muntlig och skriftlig form.
15. Uppskatta och förutse tillämpbarheten och begränsningarna av fysikaliska modeller relevanta för kursen.

Värderingsförmåga och förhållningssätt

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

16. Diskutera och ge exempel på atom- och molekylfysikens roll i samhället.
17. Diskutera och ge exempel på hur atom- och molekylfysik kan användas för att övervaka, förstå och förbättra en hållbar utveckling och människans påverkan på sin omgivning.
18. Sammanfatta och reflektera utifrån kursmål och egna mål över framsteg vad gäller kunskap och kompetens.

Kursens innehåll

Kursen består av tre olika teman:

Atomfysik

- Repetition av grundläggande kvantmekanik.
- Kvantmekanisk behandling av rörelsemängdsmoment, både i ban- och spinform, och deras egenvärden och egenfunktioner. Addition av rörelsemängdsmoment.
- Kvantmekanisk beskrivningen av sfäriskt symmetriska system, med tillämpningar på väteliknande och vätelika exempel.
- Numeriska lösningar av den radiella ekvationen för enkla atomära system.
- Två-elektronsystem, med en introduktion till korrelation och utbyteseffekter.
- Relativistiska effekter som ger upphov till joners finstruktur.
- Mång-elektronsystem, med en diskussion om Pauli-principen och det periodiska systemet, LS-koppling och centralfältsapproximationen.
- Beskrivning av strålningsövergångar, speciellt under den elektriska dipol-approximationen.
- Växelverkan med relativt svaga magnetiska fält och Zeeman-effekt.
- Hyperfinstruktur och isotopskift.
- Experimentella observationer av de teoretiska fenomenen behandlade i kursen.

Molekylfysik

- Introduktion till molekylfysik, med en diskussion om bindning i diatomära molekyler. En orientering om kovalenta och jon-bindningar, samt om LCAO-metoden (Linear Combination of Atomic Orbitals).
- Kvantmekanisk behandling av rotations-, vibrations och roto-vibrationsspektra.
- Introduktion till experimentella metoder inom molekylfysik.

Tillämpningar

- Laserfysik, med tillämpningar inom till exempel kylning.
- Molekylfysik och övervakning av klimatförändringar.
- Spektroskopi för ljuskällor och deras energieffektivitet.
- Ytterligare tillämpningar inom till exempel röntgen- och fotoelektron-spektroskopi, astrofysik och plasmafysik.

Kursens genomförande

Undervisningen utgörs av föreläsningar och räkneövningar, laborativa och numeriska projekt med skriftliga rapporter, samt en workshop och gruppreflektion om klimat. Introduktionsmöte, projekt med skriftlig rapport samt workshop, grupp- och självreflektion är obligatoriska.

Kursens examination

Examinationen består av:

- Obligatorisk skriftlig tentamen som salstentamen eller hemtentamen. Hemtentamen också med muntlig avstämningstentamen. Motsvarar 5 hp. och examinerar främst lärandemål 1-8, 11, 12, 14 och 15.
- Laborativa projekt och rapporter motsvarar 1,5 hp och examinerar främst lärandemål 9, 13, 14 och 15.
- Numeriska projekt och rapporter motsvarar 0,5 hp och examinerar främst lärandemål 10, 13, 14 och 15.
- Workshop och gruppreflektion om klimat motsvarar 0,5 hp och examinerar främst lärandemål 14, 16 och 17.
- Självreflektionen är obligatorisk och examinerar främst lärandemål 18.

För studerande som ej godkänts vid ordinarie tentamen erbjuds ytterligare tentamenstillfälle i nära anslutning här till.

Om så krävs för att en student med varaktig funktionsnedsättning ska ges ett likvärdigt examinationsalternativ jämfört med en student utan funktionsnedsättning, så kan examinator efter samråd med universitetets avdelning för pedagogiskt studentstöd fatta beslut om alternativ examinationsform för berörd student.

Betyg

Betygsskalan omfattar betygsgraderna: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd. För att bli godkänd på hela kursen krävs godkänd skriftlig tentamen, projekt och projektrapporter, gruppreflektion och självreflektion, samt deltagande i alla obligatoriska moment:

- Introduktionsmöte,
- Introduktion till projekt,
- Laborativa och numeriska projekt,
- Workshop om klimat.
- Självreflektion över lärande.

Beräkning av betyg

- Skriftlig tentamen ger ett procentresultat som motsvarar andelen avklarade poäng, relativt det totala antalet möjliga poäng, och betygen U, G eller VG. Gränsen för G är normalt 50% och för VG 80%.
- Laborativa och numeriska projekt (där genomförande och rapporter vägs in) ger betygen Underkänd, Godkänd, Väl Godkänd. För sammanvägning av betyg omvandlas dessa till procentresultat enligt G=65%, VG=90%. Resultatet för projektdelen bestäms av ett viktat medelvärde av dessa procentresultat. Gränsen för väl godkänt är 80%.

- För sammanvägning för beräkning av slutresultat och betyg för hela kursen beräknas ett viktat medelvärde av procentresultat för tentamen och rapporter, där högskolepoängen för momenten används som vikt. Gränsen för väl godkänt är 80%.
- Workshop och gruppreflektion om klimat, samt självreflektion ger endast betyg Underkänd och Godkänt och används inte för att beräkna ett slutbetyg. Vid synnerliga skäl kan projekt undantas från att bedömas med procentresultat och ingår då inte i beräkningen av slutresultatet.

Förkunskapskrav

För tillträde till kursen krävs grundläggande behörighet, 7,5 hp fysik inkluderande kunskaper motsvarande

- FYSB22 Grundläggande kvantmekanik, 7,5 hp (åtminstone genomgången)

och 45 hp matematik (varav max en oavslutad kurs, men åtminstone genomgången) inkluderande kunskaper motsvarande:

- MATA21 Envariabelanalys, 15 hp
- MATA22 Lineär algebra 1, 7,5 hp
- NUMA01 Beräkningsprogrammering med Python, 7,5 hp,
- MATB21 Flervariabelanalys 1, 7,5 hp och
- MATB22 Lineär algebra 2, 7,5 hp,

samt antingen ytterligare 37,5 hp i fysik (varav max en oavslutad, men åtminstone genomgången kurs, utöver FYSB21), inkluderande kunskaper motsvarande:

- FYSA12 Introduktion till universitetsfysik, med mekanik och ellära, 15 hp
- FYSA13 Introduktion till universitetsfysik, med optik, våglära och kvantfysik, 7,5 hp och
- FYSA14 Introduktion till universitetsfysik, med termodynamik, klimat och experimentell metodik, 7,5 hp,
- FYSB21 Matematiska metoder för svängningar, vågor och diffusion, 7,5 hp (åtminstone genomgången)

eller ytterligare 37,5 hp i matematik (och om alla 45 hp matematik ovan är avklarade kan max en av dessa kurser vara oavslutad, men åtminstone genomgången) inkluderande kunskaper motsvarande:

- MATB23 Flervariabelanalys 2, 7,5 hp och
- MATB24 Lineär analys, 7,5 hp.

Motsvarande förkunskaper, som inhämtats på annat sätt, ger också tillträde till kursen.

Övrigt

Kursen ingår i kandidatprogrammet i fysik, teoretisk fysik, astrofysik, i sjukhusfysikerprogrammet eller i masterprogrammet i beräkningsvetenskap, fysik. Undervisningen utgår från att studenten följer programmet och har tagit till sig kunskaperna i de föregående kurserna, samt läser övriga programkurser parallellt. För den som tillägnat sig motsvarande kunskaper på annat sätt är kursen möjlig att läsa som fristående kurs.

Kursen kan inte tillgodoräknas i examen tillsammans med FYSA31 Kvantfysik, 30 hp, FYSC11 Atom- och molekylfysik, 7,5 hp, eller motsvarande tidigare kurser, samt ÄFYD14, Modern fysik med fysikdidaktik, 30 hp.

Kursen ges vid Fysiska institutionen, Lunds universitet.